果樹種原保存的理念與實施

溫 英 杰
台灣省農業試驗所

一、前 言

種質(germplasm)一詞，是指可以將遺傳訊息從親代傳給後代的遺傳物質。在遺傳學上稱爲基因，是作物保存及改良利用的物質基礎。

果樹的種質可以包含小到具有植物遺傳全能性的器官、組織和細胞，和控制生物遺傳性狀的基因，大至整個植株個體。以種爲單位的群體內的全部遺傳物質爲範圍的種質庫，又稱爲基因庫(genebank)。也有人把發掘新作物的原始材料也包括在內，而採用植物遺傳資源(plant genetic resources)一詞。所謂原始材料是指在育種上，以群體或個體形式保留下來提供育種用的材料，包括栽培的類型和品種，以及野生品種。廣義的原始材料也包括誘變材料和雜種材料。這些原始素材是育種工作的物質基礎，廣泛地調查、收集、正確地研究、評估與利用，對於創造新品種具有決定性的意義。因此，一個育種人員首先必需對種原有相當的瞭解，否則難以進行品種改良工作。

二、果樹種質資源的特點

整體說來，果樹種質資源有下列幾個特點：

1.不均衡性

果樹種質資源的不均衡性表現在各個方面。如地理分布上的不均衡性，就很明顯。根據Babhjob(1935)早年的記載，起源於八大栽培植物演變中心的果樹種類，中國大陸有53種，印度有27種，印度－馬來亞39種，中亞16種，近東36種，地中海地區2種，墨西哥－中美28種，南美31種，而衣索比亞中心一種也沒有。近年來對果樹種原的了解又增加了許多，例如目前在東南亞地區栽培的果樹已有124種，其中有許多有價值的果樹種類，如榴槤屬(*Durio*)、山竹子屬(*Garcinia*)、菠蘿蜜屬(*Artocarpus*)、紅毛丹屬(*Nephelium*)、肉豆蔻屬(*Myristica*)、芒果屬(*Mangifera*)等的種質資源十分豐富。相較之下，歐洲地中海、非洲和澳洲等地區就顯得貧乏。

栽培方面同樣存在類似的不均衡性。雖然經過人爲馴化栽培和選育，現在重要的經濟果樹早已大大地超過了它們自然分布的範圍，但還有許多果樹仍局限在很小的自然分布範圍內。種原利用方面的不均衡更爲顯著，有的科，果樹種類很多，如薔薇科有20餘屬，200多種果樹，芸香科、桃金娘科也有很多種；而有的科只有少數幾種果樹，但在經濟上占很重要的地位，如

芭蕉科、鳳梨科等。有的屬中有成百上千個種，如山楂屬（*Crataegus*）和樹莓屬（*Rubus*），有的屬內樹種雖多，具有果樹種質資源價值的卻有限，如榕屬（*Ficus*）約有600種以上，作爲栽培果樹的僅有無花果一種。還有些科只有一屬一種（或二種）如銀杏、石榴等。這類型的科在具有果樹種質資源的科中約占四分之一。

由於分布、利用的情況不一，所以在研究工作上也很不均衡。如堅果類果樹過去研究的較少，溫帶果樹較熱帶果樹研究的遙多，各種果樹間也極不平衡。整體來看，我們對果樹種質資源了解的很不足，有些種類除了分布之外，對它們幾乎是一無所知，許多珍貴的種原也許還未爲人知悉前就已絕種。

2.複雜而多樣

果樹種原有十分豐富且突出的多樣性，除了花卉之外，在各類栽培作物中，可說無出其右者。種子植物340多科中，有果樹植物的科達100個之多，也就是說每3-4個科種子植物中就有1科含有果樹植物，可見果樹種質資源在自然界分布的普遍性。雖然如此，在經濟栽培上的重要性來看，這麼多的果樹種類中，作爲重要的經濟作物只占少數，大部分爲次要及罕見的果樹種類。屬於重要的果樹僅有20多個科，這說明有許多種類的果樹種質資源還有待我們進一步的探索和開發。

屬於重要果樹的科有薔薇科（Rosaceae）（蘋果、梨、桃、杏、樹莓、草莓等）、芸香科（Rutaceae）（柑桔類、黃皮等）、無患子科（Sapindaceae）（荔枝、龍眼、紅毛丹等）、漆樹科（Anacaydiaceae）（芒果、阿月渾子、腰果等）、桃金娘科（Myrfaceae）（蓮霧、番石榴等）、山竹子科（Guttiferae）（山竹子等）、山欖科（Sapotaceae）（人心果、星蘋果、蛋黃果等）、桑科（Moraceae）（麵包果、菠蘿蜜、無花果、桑等）、葡萄科（Vitaceae）（歐洲葡萄、美洲葡萄等）、核桃科（Juglandaceae）（核桃、山核桃、長山核桃等）、鼠李科（Rhamnaceae）（棗、酸棗等）、芭蕉科（Musaceae）、鳳梨科（Bromeliaceae）、棕櫚科（Palmae）、番荔枝科（Anonaceae）等。

除了食用之外，由於果樹大都使用嫁接繁殖，所以許多野生或半野生的果樹可以利用爲砧木用的種質資源。果樹病毒病害研究的發展，對果樹病毒指示植物的發現和利用又有一番新的發展。目前果樹砧木的種質資源和果樹各種病毒指示植物都成爲果樹種質資源的一部份。

世界上已耕作的土地僅佔地球上全部土地的9％，集中於南北緯30-60度範圍內，差不多最適宜耕作的土地都已經被開發利用了。瞻望未來，除了一般的育種要求外，培育那些能於條件嚴酷之環境下栽培的果樹種類有非常重要的意義。因此，複雜多樣的種質顯然是有利的。

3.保存的難度大

保存是種質資源工作的重要項目。收集的種質材料必須保存在活的狀態，才能隨時提供研究和利用。目前種子作物的保存經驗較完整，將種子存放在低溫乾燥的種子庫內，其活力可維持數十年以上。當種子發芽率降低到一定程度時，進行種植，使其活力更新。

果樹就不同，種質保存對象繁多，選擇上已經很麻煩了；保存的技術難度又大的多，要求複雜，目前還沒有理想的保存方法。而且果樹的壽命長，樹體高大，占地多，管理集約，要求不一，不僅不容易維持，維持費用亦高。

適應性、穩定性和變異性是一個物種或群體生存下去的三個要件。生物通過穩定的遺傳來維

持現在的適應要求，又通過遺傳的變異得以保存對未來環境變化的適應。果樹的雜合性强，保存上既要保存其穩定性又要保存其變異潛力，問題較爲複雜。根據這些要求，果樹種源保存的對象和途徑應以較大範圍和多途徑爲宜。

三、果樹種質資源保存的對象

各類果樹的種質資源是改良果樹的有效基礎。一般來說，大多數主要作物隨著其產量的增加，遺傳基礎迅速變窄。高產作物在廣大地區的適應性導致農民丟棄了具有種質多樣性的傳統地方品種。雖然大多數育種學家都知道利用種質多樣性的重要，但是，長期以來許多育種工作的基礎只是建立在少數栽培品種上，美國所有桃品種追根究底都來自中國三個南方桃品種，在一定程度上限制了進一步的改良工作。直到最近，人們才眞正認識到只有具備廣泛的遺傳基礎，才能滿足品種改良上不斷提出的新要求。

但是，果樹種源保存是一項需要付出龐大人力、物力的工作，因此首先要確定保存的對象。果樹要搜集、評估和保存的種質資源應該包括下列幾項：

1. **主要栽培品種**　指那些經過現代育種技術改良過的優良品種，具有改良的園藝特徵，在經濟生產上有直接的價值。正因爲有經濟栽培，一般不需要强調保存，但爲了防止在連續栽培下出現劣變，或因品種更替，仍有注意長期保存的必要。
2. **地方品種**　指那些通常栽培在較小範圍內的品種。這些品種多半沒有經過現代育種技術的洗禮，雖然有些具有若干明顯的缺點，但往往保留一些罕見的特性，例如特別抵抗某些病蟲害，適合當地人們的特殊口味或利用習慣，適應特殊的地方生態條件以及具備一些目前看上去雖然不重要的特殊有價值的性狀。
3. **原始栽培類型**　原始栽培類型是遺傳多樣性的泉源，進步的栽培品種由于育種過程中，一般選擇高產，常常侵蝕了原始類型中的遺傳變異，導致遺傳基礎十分有限。由于種種原因，不少原始栽培類型已經絕滅。其餘的往往要在人們不太容易到達的地區才能搜集到它們。

   人們意識到農藥對生物及環境的危害，開始限制農藥的使用，因此對具有抗病力種質的需求不斷增加。此外，對抗寒、抗旱和其他抗逆種質的需要也不斷增加。在進一步提高果樹生產力方面，光合效率、果實營養成份、土壤養分的選擇吸收、幼年性短、成熟期一致、適應機械採果等園藝性狀會越顯得重要。這些特性出現的頻率，在經濟栽培的品種中大概不會很高。
4. **栽培果樹的野生近緣種**　它們具有極其豐富的遺傳變異。對近代果樹改良來說是非常珍貴的材料，成效也很大。野生的杜梨(*P. betulaefolia*)、豆梨(*P. calleryana*)、沙梨(*P. serotina*)能抗洋梨的火疫病(Erwinia amy lovorura)，是改良現有洋梨栽培品種的優良種原。大陸東北野生的山葡萄(*Vitis amurensis*)可忍受 -40～-50℃ 的低溫，與商業品種之雜交後代可在華北地區露地安全越冬。果樹的砧木資源，幾乎來自栽培果樹的近緣種。
5. **野生果樹**　具有潛在價值，迄今還沒有很好地被人們發掘利用，或者利用得很不夠的野生果樹種質資源是很豐富的。台灣中高海拔山區常見的獼猴桃、樹莓等皆需有計劃的搜集保存。它們一旦被認識，就有可能發展成爲新興的果樹，成爲人類重要的食物來源。
6. **育種材料**　在育種工作中，常有部分優良種質材料，雖然具有許多人們所需要的優良經濟性狀，但因爲有一個或更多的明顯缺點而未能中選。這類材料的保存是有意義的，因爲將來再進一步

育種在此基礎上起步可以事半功倍。

四、果樹種質保存的途徑和方法

1. **就地保存** 就是通過保存植物所處的自然生態系統來保存其種質。果樹種質的就地保存，一是建立野生果樹和栽培果樹近緣野生種的自然保護區，另一方面要保存那些古老的果樹單株，梅山有百餘年的梅樹，各地也有上百年的龍眼、荔枝及芒果樹發現，對於這些古老果樹的保存，原因在於它們大多數是遺傳基礎較現有栽培品種更廣的類型或原始品種，其中有用的遺傳變異是很多的，在育種上用途很大。
2. **遷地保存** 把果樹栽培品種及其近緣種或野生種適當集中或分別保存在果樹種質庫裡是一種很好的保存方法。對於保存主要栽培品種及地方品種的數量，問題較少，但鑒於野生果樹或原始栽培種內部的多樣性，只採集幾個樣品來代表一個物種是很不夠的。只有對遺傳質寬廣取樣，才能把變異性保存下來，避免種質的流失。

對於多年生作物如果樹，建立田間種原保存園加以保存，為目前世界各國所採用果樹種原保存的主要方法。設置種原保存園的地點必需考慮以下兩個原則：1.當地的環境條件最適合所保存果樹的生長結實，病蟲害最少；2.該地對欲保存的果樹在搜集和研究方面已有一定的基礎。以田間保存方式來保存種原的優點在於可以正確地評估所保存種原之特性。針對果樹種原對氣候環境之要求，農業試驗所在農業委員會支持下，於不同海拔高度設立七個無性繁殖作物種原保存園，以適地保存無性繁殖作物種原。一處位於台中縣霧峰鄉農業試驗所內，主要作為種原檢疫、隔離繁殖及平地種原保存之用。另外六處分布於本省北、中、南部，計有位於南投縣信義鄉的望鄉高海拔（2350公尺）種原保存園及羅娜中海拔（900公尺）種原保存園，嘉義亞熱帶果樹種原保存園、鳳山熱帶果樹種原保存園、古坑的熱帶、亞熱帶果樹及木本花卉保存園，以及關西柑桔類種原保存園。其保存作物種類詳如表一。

表一. 本省果樹種原保存體系

類　　別	保 存 作 物 種 類
望鄉高海拔種原保存園	梨、桃、蘋果、杏、櫻桃
羅娜中海拔種原保存園	桃、李、梅、柿
萬豐低海拔種原保存園	桃、梨、葡萄、李、枇杷、柿、梅
嘉義亞熱帶果樹種原保存園	鳳梨、龍眼、荔枝、柑桔、酪梨、百香果
鳳山熱帶果樹種原保存園	芒果、印度棗、楊桃、番石榴、木瓜、番荔枝、蓮霧
古坑種原保存園	龍眼、荔枝、芒果、印度棗、楊桃、番石榴、蓮霧
關西柑桔類種原保存園	柑桔

栽培果樹種原的保存，其要求不同於一般農作物和蔬菜，也不同於一般林木，問題比較複雜。它們的樹體大、佔地廣、樹體管理技術要求高，而且種類和品種間都不一致，很不容易維持且維持費用高。因此保存的作物需要妥善的選擇。

美國、日本及大陸都設有果樹種原保存園，保存園名稱、保存作物及數量詳見表二、三及四。

表二、大陸果樹種原保存單位、保存種類及份數

保存單位	園址	保存種類及份數
中國農科院果樹研究所	遼寧興城	梨（731）、蘋果（727）
中國農科院鄭州果樹研究所	河南鄭州	葡萄（960）、桃（370）
中國農科院柑桔研究所	四川重慶	柑桔（1190）
北京農科院林果研究所	北京	桃（245）、草莓（210）
福建省農科院果樹研究所	福建福州	龍眼（218）、枇杷（215）
山東省農科院果樹研究所	山東泰安	核桃（97）、板栗（90）
遼寧省農科院果樹研究所	遼寧熊岳	李（432）、杏（466）
江蘇省農科院園藝研究所	江蘇南京	桃（694）、草莓（360）
山西省農科院果樹研究所	山西太谷	棗（404）、葡萄（373）
湖北省農科院果茶研究所	湖北武昌	沙梨（435）
廣東省農科院果樹研究所	廣東廣州	香蕉（170）、荔枝（89）
雲南省農科院園藝研究所	雲南昆明	特有果樹（402）
吉林省農科院果樹研究所	吉林公主嶺	寒地果樹（655）
新疆省農科院園藝研究所	新疆輪台	名特果樹（198）
陝西省農科院果樹研究所	陝西眉縣	柿（617）

表三、日本果樹種原保存單位、保存種類及份數

保存單位	保存種類及份數
果樹試驗場千代田本場	梨（304）、栗（207）、桃（402）、梅（86）杏（92）、李（139）
果樹試驗場盛崗支場	蘋果（1157）、西洋梨（123）、櫻桃（91）、榅桲（12）、樹莓（80）
果樹試驗場興津支場	柑桔（699）、枇杷（67）、油橄欖（34）
果樹試驗場安藝津支場	葡萄（478）、柿（339）、獼猴桃（17）
沖繩縣農業試驗場	鳳梨（45）

表四、美國果樹種原保存單位及保存種類

保存單位	保存種類
Corvallis, Oregon	胡榛子, 草莓 , 梨, 穗醋栗, 醋栗, 樹莓, blackberry, blueberry, cranberry.
Davis, California	獼猴桃、柿、無花果、葡萄、胡桃、橄欖、榛子、核果類 、桑椹，石榴
Miami, Florida	腰果、咖啡、芒果、香蕉、酪梨、可可、棗
Geneva, New York	蘋果、美洲葡萄
Brownwood, Texas	胡桃、栗
Hilo, Hawaii	鳳梨、麵包樹、木瓜、澳洲胡桃、百香果、番石榴、西印度櫻桃
Orlando, Florida	柑桔
Riverside, Cailfornia	柑桔及其近緣屬，海棗

3. **離體保存** 像果樹這樣要在一個高度異質群體中保存一種特殊遺傳型，無法依靠貯藏種子來達到目的。撇開變異性不談，用長期貯藏種子的方法對於許多果樹種類，如柑桔、栗、榛、核桃、荔枝、龍眼、柿、菠蘿蜜、人心果、星蘋果等，特別是熱帶和亞熱帶果樹的種子也都不適用。有人研究果樹的花粉貯藏，迄今為止最長的貯藏期也只有十年左右，遠低於穀類種子。據目前成功的報導看來，蘋果花粉在 -20℃ 可以貯存 9 年，梨花粉在冷凍乾燥後，貯藏在眞空中可以保持活力達 10 年。一般而言，熱帶植物的花粉不能通過冷凍或冷藏來延長其生命力(Leon, 1974)。整體而言，花粉貯藏已經基本滿足雜交育種上的要求，如解決親本花期不一致，親本在不同地區雜交的困難。但是確實可行長期貯藏的方法還沒有充分的發展出來。

在營養體貯藏方面，蘋果和梨的揷穗可以成功地在 0℃ 左右貯藏一年（Haward, 1975）。果樹枝條的短期貯藏可以減低它的發育速率，從而延長其休眠期。在冷藏中要維持它再生的能力，主要爲防止乾化及發根前萌芽，進一步延長冷凍期，有助於乾物質的保存。但目前這項技術還不十分完善，離實際應用還有一段距離。

此外，利用分生組織在試管中保存的方法已在許多無性繁殖作物上試驗成功。試管組織培養若以正常狀態讓植物發育，平均 2～3 個月需移植一次，不僅增加工作份量及維持費用，同時也增加污染的機會。有幾個方法可以延緩植物在試管內的發育：

a. 修改培養基成份：此爲最有效延遲生長的方法之一，可藉著改變培養基如降低氮或鎂的含量，加入滲透調節劑以降低滲透壓及添加抑制劑如 CCC 或 ABA 來達成。

b. 降低培養溫度：低溫可以抑制植物生長，在 15-25℃ 之溫度下，熱帶植物每年只需繼代培養1～2 次。

c. 結合上述兩種方法。

其他的技術包括降低大氣壓力、降低氧濃度及降低光照度等都有不同程度延緩植物在試管內生長的速度。

以葡萄爲例，將莖頂分生組織培養在含有高濃度鉀鹽和小劑量 IAA（0.1 mg/l）的培養基上，置於 20℃ 和 3000 Lux 的環境下，每天照光 12 小時。待分生組織長莖生根後，移到含較低濃度鉀鹽和不含生長素的培養基中繼續培養。植株長至 1 公分左右時，將試管轉入 9℃ 下以延遲生

育生長，可保存半年至一年（因品種而異）。利用分生組織長期儲藏有許多優點，第一、節省土地和勞力。如葡萄，試管貯存每品種6個重複，800個品種只需恒溫室2平方公尺，每年繼代培養一次，可無限期保存。第二、繁殖快。試管苗採用小植株切段法，每月可繁殖若干倍，一個分生組織苗一年就可獲得上萬植株。第三、可避免病蟲危害。第四、可以去除病毒。有利於國際種原交換。利用分生組織保存無性繁殖作物的種質資源不僅優點多，而且能保持材料的原有遺傳特性不變。因此，建立試管保存種質庫是必要而值得投資的。表五詳列目前成功地以組織培養方式保存之果樹作物的種類與方法。

表五、利用組織培養保存果樹種原成功的例子

果樹種類	保存期間	延遲生長方法
獼猴桃	9個月	儲藏於25℃含活性碳之培養基
獼猴桃	12個月	降低培養溫度（8℃）
栗	17個月	降低培養溫度（2-3℃）且添加甘露醇
蘋果	12-28個月，依品種及儲藏方法而異	降低培養溫度，使用生長抑制劑、甘露醇、活性碳及增加培養基體積等
蘋果	12個月	降低培養溫度（1℃及4℃）
香蕉	13-17個月	降低培養溫度（15℃）
櫻桃砧木	10個月	降低培養溫度（-3℃及4℃）
李	12個月	降低培養溫度（4℃）
桃砧木	10個月	降低培養溫度（-3℃及4℃）
梨	18個月	降低培養溫度（4℃）
野梨 P.pashia	12個月	降低培養溫度（4℃及10℃）
醋栗、樹莓、藍莓	30個月	降低培養溫度（1℃及4℃）
葡萄	6-12個月	降低培養溫度（9.5℃）
草莓	6年	降低培養溫度（4℃）及黑暗
獼猴桃	3年	降低培養溫度（8℃）
香蕉	2年	以 ribose 代替蔗糖

利用低溫或其他延緩生長因子(如生長抑制劑、低氧、低壓等)保存植物的種子、花粉、莖尖及試管苗等都可以獲得成功，但無法保証種質遺傳的穩定性。近25年來利用液態氮的超低溫(-196℃)來保存種原，從已經獲得的試驗結果証明，可能是較爲理想的一種技術，不僅可以長期保持種質遺傳上的穩定性，而且還可以降低保存費用。

在超低溫（-196℃）下，細胞處於不代謝的狀態，因而延緩了老化過程；細胞停止分裂，無需繼代培養，從而避免了組織培養下有可能產生的染色體突變，有潛力爲將來果樹種原理想的保存方法。這是一項複雜而細緻的工作，其過程包括下列程序：把無菌的原生質體、細胞、組織、或器官懸浮在適當的液體培養基裡，放至水浴中使懸浮液沉澱，再將吸管吸出多餘的培養基。把1 ml濃縮的原生質體和細胞懸浮液或20-100個胚和分生組織移至無菌的試管中，慢慢加入1 ml適宜的冷凍保護劑，再將試管放進水浴中20分鐘至12小時（依保護劑種類而定）後取出冷凍，再

移至液態氮中保存。根據經驗保存物以年幼的、高細胞質、無液泡、生長旺盛、小顆粒存在的薄壁細胞較好，老年的厚壁細胞受凍能力較差。經驗顯示，球狀胚比心形和較老的胚成活率高。保存瓶中細胞的密度大或生物量大時，成活率較高。

超低溫保存成功的關鍵，在於降溫冰凍過程中避免細胞結冰。在過程中必須使細胞發生適當程度的保護性脫水，使細胞內的水流到細胞外結冰，超低溫保存技術的方法利用 1. 冰凍保護劑 2. 階段性降溫 3. 快速解凍等方法來克服上述之問題。

冰凍保護劑一直是超低溫保存研究中的一個重要課題。已有許多研究結果顯示，冰凍保護劑不僅可以防止細胞內結冰，對保護膜結構穩定性方面也有幫助。階段性降溫主要是影響細胞內水的外排程度。一般說來，在快速降溫下，細胞內的水來不及流到細胞外而造成細胞內結冰。階段降溫則可使細胞內的水不斷流到細胞外結冰。冰凍保護劑目前以 2.5% 甘油＋6.5% 蔗糖＋2.5% DMSO的效果最好。

冷凍和解凍的方法是利用液態氮保存種原成敗的另一重要關鍵，進入冷凍的方式有 1. 直接進入液態氮，2. 在 -20℃、-50℃、-70℃、-100℃下各冷凍一定時間，再進入液態氮中，3. 以每分鐘降 1-5℃ 的速度低速冷卻。不同的作物有其適宜的冷凍方法，需要經過試驗來確定。解凍時，大多數植物以快速解凍存活率高。保存物自液態氮中取出後立即放在 30-40℃ 下解凍較在室溫下解凍存活率高。表六列舉了果樹種原在超低溫下保存成功的報導。

表六、 以液態氮保存果樹種原成功的例子

果樹種類	保存部位	解凍後再生方式
柑橘	胚珠	在試管長成植株
柑橘	珠心胚	胚解凍後在試管培養成植株並順利移植到溫室培養
椰子	受精胚	在試管長成癒傷組織
油椰子	受精胚	在試管長成植株
蘋果	休眠芽	嫁接在二年生砧木上成功發育成植株
蘋果	田間休眠芽之莖頂分生組織	試管中發育成叢生枝
蘋果	組織培養苗之莖頂	80% 的莖頂恢復正常生長
蘋果	休眠芽	嫁接後 18-24 個月開花
棗椰子	癒傷組織	分化長成植株

以上是古典超低溫保存的理論與方法，超低溫保存技術的研發很快，經過不斷的試驗，新的保存技術已改良為簡單且成功率高，適用於較大範圍的植物材料。其理論為快速降溫，使細胞內的水來不及形成冰，或者冰晶沒有充分的時間生長和增大，而迅速成為玻璃態化。在玻璃態化時，水分子沒有發生重新排列，不會產生結構與體積的變化，因而不會造成細胞結構的損傷。細胞內水分形成玻璃態化的機率取決於保存材料的生理狀態(主要是液泡化程度)以及採用的冰凍保護劑。莖頂分生組織細胞小、原生質稠密，液泡化程度很低，它在快速冰凍下可以不發生細胞內結冰，形成玻璃態化而獲得成功。使用高濃度的大分子冰凍保護劑及增加壓力，可增加植物細胞玻璃態

化的機率。

膠囊脫水法即利用玻璃態化及人工種子的理論基礎，發展而成，可以廣泛地應用在溫帶及熱帶作物上，方法簡便、迅速而且有效。目前在許多作物的莖頂、側芽及胚的保存上，取得很大的發展。其作法爲將莖頂（或其它植物器官）在無菌環境下以膠體包裹，經過一段時間乾燥脫水後，直接投入液態氮中保存，解凍時將膠囊直接投入40℃之溫水中解凍後，再把植物體由膠囊中取出，置於培養基中培養。

結　論

在田間保存果樹種原是件吃力不討好的工作，不但費時費工，需要鉅大的經費支援而且不保證在自然災害或病蟲害侵襲時，能夠倖免。利用液態氮保存果樹種原研究方面，經過許多專家努力，已經露出曙光。果樹種原朝超低溫保存的方向走是必須的，因爲不僅安全可靠而且可以節省甚多經費，以長遠之計是値得投資發展的。

參考文獻

1. 林學正。1982。美日之果樹引種檢疫保存制度。台灣農業 18(1): 16～24。
2. 張宇和。1984。果樹引種馴化。上海科學技術出版社。中國、上海。
3. 張宇和。1987。果樹種質資源的保存問題。pp. 188～215。王業遴 主編。果樹。安徽科學技術出版社。中國、安徽。
4. 江雨生，高鑄九。1989。超低溫冷凍保存果樹花粉。pp. 167～172。馬緣生 主編。作物種質資源保存技術。學術專刊出版社。中國、北京。
5. Engelmann, F. 1995. *In Vitro* conservation Methods. In: J. A. Callow (eds.). Draft version for biotechnology and Conservation of Plant Genetic Resources CAB International, Wallingford, Oxford.
6. Wilkins, C. P. 1991. Conservation of Tree Crops. *In vitro* methods for conservation of plant genetic resources. pp. 151～237. Chapman and Hall, London.
7. Withers, L. A. 1992. *In Vitro* Conservation. In：Hammerschlag, F. A. and R. E. Litz (eds.). Biotechnology of Perennial Fruit Crops. pp. 169～202. CAB International, Wallingford, Oxford.